

Первичный анализ данных с прибора МАДИЗ**Научный руководитель – Золотарев Иван Анатольевич*****Ефимкин Александр Николаевич****Студент (специалист)*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Факультет
космических исследований, Москва, Россия*E-mail: anefimkin@yahoo.com*

Мониторинг радиационной обстановки необходим для обеспечения безопасности космических полётов и надёжности бортовой электроники. Традиционные дозиметры обладают высокой стоимостью и массой, поэтому актуально использование альтернативных решений, например, стандартных CMOS-матриц, уже присутствующих на многих спутниках. Цель работы — апробация методики сбора и первичного анализа данных с двухматричного детектора МАДИЗ на спутнике Альтаир и оценка его способности различать регионы с разной радиационной обстановкой.

Детектор МАДИЗ содержит две матрицы Sony IMX477 (размер пикселя 1.55 мкм). Внешняя матрица имеет минимальную защиту (0.1 мм Al + 1.5 мм текстолит), внутренняя дополнительно защищена стеклом корпуса. Измерения проводятся циклами по 20 с. Для каждого цикла регистрируется число частиц на каждой матрице (N_{out} , N_{in}) и распределение их яркости B , пропорциональной энерговыделению в чувствительном слое. Декодер на Python преобразует бинарную телеметрию в данные, координаты спутника восстанавливаются по времени включения с помощью сервиса DaVisAT.

Обработано 9 измерений (ID 230–238), включающие Южно-Атлантическую аномалию (ЮАА), полярные и экваториальные широты. Максимальное число частиц (281 за 20 с) зарегистрировано в ЮАА (ID 231), минимальное (~ 7) — в полярном регионе. Оценка плотности потока частиц $J = \overline{N_{total}}/(A\Delta t)$, где $A = 2.96 \times 10^{-5} \text{ м}^2$, $\Delta t = 20 \text{ с}$, дала следующие значения: ЮАА — $(23.9 \pm 2.0) \times 10^4 \text{ м}^{-2}\text{с}^{-1}$, полярные широты — $(3.3 \pm 0.8) \times 10^4 \text{ м}^{-2}\text{с}^{-1}$, средние широты — $(6.4 \pm 1.0) \times 10^4 \text{ м}^{-2}\text{с}^{-1}$, экватор — $(6.9 \pm 1.1) \times 10^4 \text{ м}^{-2}\text{с}^{-1}$. Отношение потока в ЮАА к полярному фону составляет 7.3 ± 0.8 , что согласуется с известными данными о структуре радиационных поясов.

Анализ распределений яркости треков (предположительно пропорциональной энергии частиц) показал существенные различия между регионами. В ЮАА наблюдается широкое распределение с «тяжёлым хвостом» в области больших яркостей, что указывает на присутствие как низкоэнергичных частиц, так и высокоэнергичных компонент. В полярных широтах пик распределения смещён в сторону больших яркостей. На экваторе распределение узкое с пиком в области малых яркостей, что может быть связано с преобладанием электронов малых энергий. Различия в распределениях подтверждают, что двухматричная система позволяет качественно оценивать изменение спектра в зависимости от широты.

Разработанная методика обработки данных успешно апробирована на первых измерениях. Подтверждена возможность использовать CMOS-матрицы Sony IMX477 к для детектирования космической радиации, количественно оценены потоки частиц в различных регионах, показана корреляция распределений яркости с типом региона. Полученные результаты будут использованы для обработки данных с прибора БИОЛ-2, который установлен на спутнике «Скорпион» (запущен в декабре 2025 г.) для набора большей статистики и построения физической модели отклика.

Источники и литература

- 1) Florczak, J. et al. // IEEE Trans. Nucl. Sci. 2022. V. 69. No. 7. P. 1651.
- 2) SINP MSU DAVISAT tool [Электронный ресурс]. URL:
<https://swx.sinp.msu.ru/tools/davisat.php>